



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년04월11일
 (11) 등록번호 10-1848097
 (24) 등록일자 2018년04월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H02J 17/00 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
 H04B 5/02 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0003341
 (22) 출원일자 2012년01월11일
 심사청구일자 2017년01월04일
 (65) 공개번호 10-2013-0082245
 (43) 공개일자 2013년07월19일
 (56) 선행기술조사문헌
 US20110248673 A1*
 JP2008206232 A*
 JP2003209903 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
 (72) 발명자
 김유수
 경기 수원시 영통구 법조로 134, 3008동 1602호
 레이크아파트 광고택지개발지구 (하동, 광고호수
 마을참누리레이크)
 박세호
 경기 수원시 영통구 효원로 363, 117동 203호 (매
 탄동, 매탄위브하늘채아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 이견주

전체 청구항 수 : 총 18 항

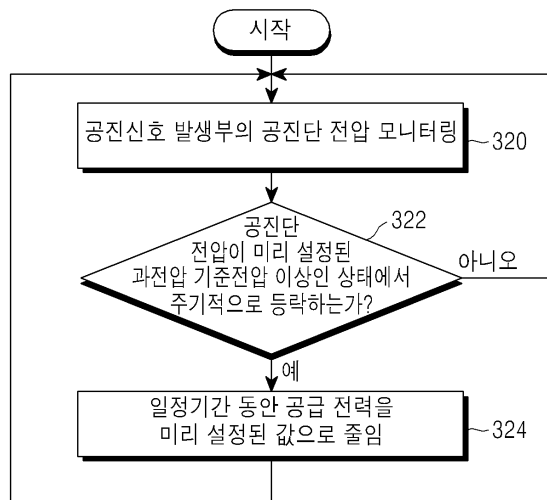
심사관 : 박형준

(54) 발명의 명칭 공진 방식 무선 전력 송신 장치용 과전압 보호 장치 및 그 제어 방법

(57) 요약

공진 방식 무선 전력 송신 장치용 과전압 보호 장치에 있어서, 송신 신호를 증폭하는 증폭부와; 증폭부에서 증폭된 송신 신호에 따라 무선 공진 신호를 발생하는 공진신호발생부와; 공진신호발생부에서 발생된 무선 공진 신호의 전압을 감지하기 위한 전압출부와; 전압검출부에서 검출된 전압을 모니터링하여, 미리 설정된 기준 전압 이상인 상태에서, 주기성을 가지고 등락을 반복하는지 판단하여 송신 장치의 출력을 미리 설정된 값으로 낮추도록 증폭부의 동작을 제어하는 제어부를 포함한다.

대표도 - 도3b



(72) 발명자

변강호

경기 수원시 영통구 봉영로1517번길 27, 901동 90
4호 (영통동, 벽적골9단지아파트)

여성구

대전 유성구 계룡로52번길 57-6, (구암동)

명세서

청구범위

청구항 1

공진 방식 무선 전력 송신 장치용 과전압 보호 장치에 있어서,

송신 신호를 증폭하는 증폭부와;

상기 증폭부에서 증폭된 송신 신호에 따라 무선 전력 수신 장치에 전송될 무선 공진 신호를 발생하는 공진신호 발생부와;

상기 공진신호발생부에서 발생된 무선 공진 신호의 전압을 감지하기 위한 전압검출부와;

상기 전압검출부에서 검출된 전압이 미리 설정된 기준 전압 이상이고, 상기 무선 전력 수신 장치에서 과전압 보호 동작 및 과전압 해제 동작이 주기적으로 실행되는 미리 정해진 조건에 기반하여 상기 송신 신호의 출력을 조절하는 제어부를 포함함을 특징으로 하는 과전압 보호 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 미리 정해진 조건은 상기 공진 신호 발생부에서의 전압 변화인 것을 특징으로 하는 과전압 보호 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 공진 신호 발생부에서의 상기 전압 변화는 상기 무선 전력 수신 장치의 공진 주파수 디튜닝에 의해 발생하

는 것을 특징으로 하는 과전압 보호 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 미리 정해진 조건은 상기 전압이 증가하고 감소하는 전압 변화인 것을 특징으로 하는 과전압 보호 장치.

청구항 12

제11항에 있어서.

상기 전압 변화의 주기성은 500uS ~ 2mS인 것을 특징으로 하는 과전압 보호 장치.

청구항 13

제1항에 있어서.

상기 송신 신호의 출력을 조절하는 것은 상기 송신 신호의 출력을 미리 설정된 값으로 낮추는 것을 특징으로 하는 과전압 보호 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 송신 신호의 출력을 30% 이상 낮추는 것을 특징으로 하는 과전압 보호 장치.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 송신 신호의 출력을 조절하는 것은 미리 설정된 기간 동안 상기 송신 신호의 출력을 중단(shut down) 하는 것임을 특징으로 하는 과전압 보호 장치.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 무선 전력 수신 장치는 과전압 보호 동작 시 공진 주파수를 변경하는 것을 특징으로 하는 과전압 보호 장치.

청구항 17

공진 방식 무선 전력 송신 장치용 과전압 보호 장치의 과전압 보호 방법에 있어서,

무선 전력 수신 장치에 전송되는 공진단의 무선 공진 신호의 전압을 모니터링하는 과정과;

상기 공진단의 전압이 일정 기간 미리 설정된 기준 전압 이상이고, 상기 무선 전력 수신 장치에서 과전압 보호 동작 및 과전압 해제 동작이 주기적으로 실행되는 미리 정해진 조건에 만족하는지 판단하는 과정과;

상기 판단 결과에 따라 송신 신호의 출력을 조절하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 과전압 보호 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 미리 정해진 조건은 상기 공진단에서의 전압 변화인 것을 특징으로 하는 과전압 보호 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 공진단에서의 전압 변화는 상기 무선 전력 수신 장치의 공진 주파수 디튜닝에 의해 발생하는 것을 특징으로 하는 과전압 보호 방법.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 미리 정해진 조건은 상기 전압이 주기적으로 증가하고 감소하는 전압 변화인 것을 특징으로 하는 과전압 보호 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 전압 변화의 주기성은 500 μ S ~ 2mS인 것을 특징으로 하는 과전압 보호 방법.

청구항 22

제18항에 있어서,

상기 송신 신호의 출력을 조절하는 것은 상기 송신 신호의 출력을 미리 설정된 값으로 낮추는 것임을 특징으로 하는 과전압 보호 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 송신 신호의 출력을 30% 이상 낮추는 것을 특징으로 하는 과전압 보호 방법.

청구항 24

제22항에 있어서,

상기 송신 장치의 출력을 미리 설정된 값으로 낮추는 것은 미리 설정된 기간 동안 출력을 중단(shut down)하는 것임을 특징으로 하는 과전압 보호 방법.

청구항 25

제18항에 있어서,

상기 무선 전력 수신 장치는 과전압 보호 동작 시 공진 주파수를 변경하는 것을 특징으로 하는 과전압 보호 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 충전 기술에 적용되는 무선 전력 송수신 기술에 관한 것으로, 특히 공진 방식 무선 전력 송수신 기술에서 송신 장치의 과전압 보호 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 무선 전력 송수신 방식을 이용한, 무선 충전(또는 무접점 충전) 기술이 개발되어 최근 많은 전자 기기에 활용되고 있다. 무선 충전 기술은, 예를 들어 휴대폰을 별도의 충전 커넥터를 연결하지 않고, 단지 충전 테크에 올려놓기만 하면 자동으로 배터리가 충전이 될 수 있는 시스템이다. 일반적으로 무선 전동 칫솔이나 무선 전기 면도기 등으로 일반인들에게 알려져 있다. 이러한 무선 전력 송수신 기술은 전자제품을 무선으로 충전가능하게 함으로써 외부 충전용 단자 등이 필요치 않으므로, 밀봉력 및 방수 기능을 높일 수 있고, 유선 충전기가 필요하지 않으므로 전자 기기 휴대성을 높일 수 있는 장점이 있으며, 다가오는 전기차 시대에도 관련 기술이 크게 발전할 것으로 전망된다.

[0003] 무선 전력 송수신 기술에는 크게 코일을 이용한 전자기 유도방식과, 공진(Resonance)을 이용하는 공진 방식과, 전기적 에너지를 마이크로파로 변환시켜 전달하는 전파 방사(RF/Micro Wave Radiation) 방식 등이 있다. 전자기 유도에 의한 전력 전송 방법은 전송 장치의 1차 코일과 수신 장치의 2차 코일 간의 전력을 전송 하는 방식이다. 공진 방식은 미리 정해진 공진 주파수를 이용한 송신 장치와 수신 장치간의 주파수 공진 기술을 이용한 방식이다.

[0004] 이러한 무선 전력 송수신 기술에서, 비정상적인 조건 예를 들어, 수신 장치가 송신 장치의 충전 테크 상에 정상적으로 놓여지지 않거나, 수신 장치가 비정상적이거나, 또는 금속 물질이 충전 테크 상에 놓여지거나 하는 경우에 정상치를 벗어나는 과도한 전력이 수신 장치에서 발생할 수 있다. 이에 수신 장치를 비롯하여 무선 전력 송수신 시스템에서는 통상 과전압 보호 회로를 구비하는 것이 필수적으로 요구되고 있다.

[0005] 과전압 보호 회로로서는 제너다이오드를 수신 장치 등에 구비하는 구성을 통상적으로 고려해 볼 수 있다. 그런데, 제너다이오드는 동작하는데 필요한 시간인 준비구간이 요구되며, 준비구간에서는 과전압 보호가 힘들다는 문제가 있다. 더욱이 대응하려는 전력량이 커질수록 이에 따라 요구되는 제너다이오드의 크기 및 용량이 급격히 커져야 한다. 그럴 경우에, 실장 사이즈에서 상당한 제약이 있을 수 있다.

[0006] 이는 특히, 휴대용 단말기와 같이, 사이즈 문제가 극도로 중요시되는 부분에서 해당 무선 전력 수신 장치를 구비하는데, 더욱 어려움을 가중시키고 있다. 이에 따라, 무선 전력 송수신 장치들에는 빠른 대응 및 고효율성을 가지면서 실장 사이즈 문제를 해결할 수 있도록 하는 과전압 보호 회로에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서 본 발명의 목적은 높은 빠른 대응 및 고효율성을 가지면서 높은 과전압에도 쉽게 대응가능하며, 실장 사이즈 문제를 해결할 수 있도록 한 공진 방식의 무선 전력 송신 장치용 과전압 보호 장치 및 그 제어 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일 견지에 따르면, 본 발명은, 공진 방식 무선 전력 송신 장치용 과전압 보호 장치에 있어서, 송신 신호를 증폭하는 증폭부와; 상기 증폭부에서 증폭된 송신 신호에 따라 무선 공진 신호를 발생하는 공진신호발생부와; 상기 공진신호발생부에서 발생된 무선 공진 신호의 전압을 감지하기 위한 전압출부와; 상기 전압출부에서 검출된 전압을 모니터링하여, 미리 설정된 기준 전압 이상인 상태에서, 주기성을 가지고 등락을 반복하는지 판단하여 해당 송신 장치의 출력을 미리 설정된 값으로 낮추도록 상기 증폭부

의 동작을 제어하는 제어부를 포함함을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 다른 견지에 따르면, 본 발명은 공진 방식 무선 전력 송신 장치용 과전압 보호 장치의 과전압 보호 방법에 있어서, 공진단의 무선 공진 신호의 전압을 모니터링하는 과정과; 상기 공진단의 전압이 미리 설정된 기준 전압 이상인 상태에서, 주기성을 가지고 등락을 반복하는지 판단하는 과정과; 상기 판단 결과에 따라 송신 장치의 출력을 미리 설정된 값으로 낮추는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0010] 상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 공진 방식의 무선 전력 송신 장치용 과전압 보호 방식은 빠른 대응 및 고효율성을 가지면서 실장 사이즈 문제를 해결할 수 있도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진 방식 무선 전력 송수신 시스템의 전체 블록 구성도
 도 2는 도 1 중 수신 장치의 상세 구성도
 도 3a는 도 1 중 수신 장치의 제어부의 과전압 보호를 위한 동작 흐름도
 도 3b는 도 1 중 송신 장치의 제어부의 과전압 보호를 위한 동작 흐름도
 도 4는 도 2 중 수신 장치의 정전압 발생부에 인가되는 일 예시 전압 파형도
 도 5a 내지 도 5c는 각각 도 2 중 수신 장치의 과전압 보호부에 구비되는 디튜닝 커패시터들의 각각의 설정 용량별 정전압 발생부에 인가되는 예시적인 전압 파형도들
 도 6은 도 2 중 수신 장치의 과전압 보호부에 구비되는 디튜닝 커패시터들의 설정 용량에 따른 송신 장치에서 수신 장치로 전달되는 전력 비율에 대한 일 예시그래프
 도 7a 내지 도 7g는 각각 도 2 중 수신 장치의 과전압 보호부에 구비되는 디튜닝 커패시터들의 각각의 설정 용량별 송신 장치에서 수신 장치로 전달되는 전력 비율에 대한 예시적인 그래프들

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명한다.

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진 방식 무선 전력 송수신 시스템의 전체 블록 구성도이며, 도 2는 도 1 중 수신 장치의 상세 구성도이다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 공진 방식의 무선 전력 송수신 시스템은 예를 들어 충전 장치인 무선 전력 송신 장치(1)와, 예를 들어, 휴대용 단말기에 구비되는 무선 전력 수신 장치(2)로 구성된다.

[0014] 무선 전력 송신 장치(1)는 VCO(Voltage Control Oscillator) 등으로 구성되어 미리 설정된 주파수, 예를 들어, 6.78MHz의 공진용 주파수의 신호를 발생하는 신호발생부(10)와; 증폭기 등으로 구성되어, 신호발생부(10)에서 발생된 신호를 고출력으로 증폭하는 증폭부(12)와; 공진기 등으로 구성되어, 증폭부(12)에서 발생된 고출력의 신호에 따라 예를 들어, 6.78MHz의 무선 공진 신호를 발생하는 공진신호발생부(14)와; 공진신호발생부(14)에서 발생하는 무선 공진 신호의 전압(의 피크 레벨) 및 전류를 감지하기 위한 전압/전류검출부(16)와; 해당 무선 전력 공진 장치(1)의 무선 전력 송신 동작을 총괄적으로 제어하며, 특히 전압/전류검출부(16)에서 검출된 전류 및 전압에 따라 무선 송출되는 공진 신호의 전류 및 전압을 모니터링하여, 미리 정상범위로 설정된 값을 유지하도록 상기 신호발생부(10) 및 증폭부(12)의 동작을 제어하는 제어부(18)를 포함하여 구성된다.

[0015] 이외에도 무선 전력 송신 장치(1)는 수신 장치(2)가 놓여짐을 감지하여 제어부(18)로 감지 신호를 제공하기 위해 물체 감지 센서 등으로 구성되는 센서부(17)와; 제어부(18)의 제어하에 무선 전력 송신 동작과 관련하여 수신 장치(2)와 통신하기 위해, 다양한 무선 근거리 통신 방식 중 선택한 하나를 적용하여 구성되는 무선통신부(19) 등을 더 구비할 수 있다.

[0016] 이때, 상기 무선 전력 송신 장치(1)의 제어부(18)는 MCU 등으로 구성될 수 있으며, 상기 전압/전류검출부(16)에서 검출된 값을 ADC(Analog/Digital Convert) 포트를 통해 감시하도록 구성할 수 있다. 특히, 제어부(18)는 본 발명의 특징에 따라, 과전압 보호 동작을 위해 전압/전류검출부(16)를 통해 검출되는 무선 전력 수신 장치(2)의 과전압보호 회로가 유발한 임피던스의 주기적 변화를 확인하여, 송신 장치(1)의 전력 공급 레벨을 조절한다. 이

러한 무선 전력 송신 장치(1)의 제어부(18)의 본 발명에 따른 과전압 보호 동작은 이후에 도 3b 등을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

- [0017] 한편, 무선 전력 수신 장치(2)는 공진기 등으로 구성되어, 무선 전력 송신 장치(1)의 공진신호발생부(14)에서 송신한 무선 공진 신호를 수신하는 공진신호수신부(24)와; 공진신호수신부(24)에서 수신한 교류(AC) 형태의 전원을 직류(DC)로 정류하는 정류부(22)와; 정류부(22)에서 정류한 DC 전원을 평활하는 평활부(21)와; 평활부(21)에서 출력되는 전원을 해당 무선 전력 수신 장치가 적용되는 휴대용 단말기 등에서 원하는 동작 전원(예를 들어 +5V)으로 변환하는 정전압발생부(20)와; 과전압 보호 동작시에, 구동부(27)에 의해 구동되어, 공진신호수신부(24)의 공진기의 공진 주파수를 디튜닝(detuning)시킴으로써 수신 전력을 감소시키는 과전압보호부(25)와; 과전압 보호 동작시에, 제어 신호에 따라 상기 과전압보호부(25)를 구동시키는 구동부(27)와; 정전압발생부(20)의 입력 전압을 검출하는 전압검출부(26)와; 해당 무선 전력 수신 장치(2)의 무선 전력 수신 동작을 총괄적으로 제어하며, 전압검출부(26)의 검출 신호에 따라 과전압 여부를 판단하며, 과전압으로 판단시에는 과전압 보호 동작을 위해 상기 구동부(27)에 과전압보호부(25)를 구동시키기 위한 제어 신호를 출력하는, MCU 등으로 구현되는 제어부(28)를 포함하여 구성된다.
- [0018] 이외에도, 무선 전력 수신 장치(20)에는 제어부(28)의 제어하에 무선 전력 수신 동작과 관련하여 송신 장치(1)와 통신하기 위해, 다양한 무선 근거리 통신 방식 중 선택한 하나를 적용하여 구성되는 무선통신부(29)와; LC 회로로 구성되어, 정전압발생부(20)에서 출력되는 DC 파형을 안정화하여 출력하는 파형 안정화부(미도시) 등을 더 구비할 수 있다.
- [0019] 도 2를 참조하여, 무선 전력 수신 장치(2) 중에서 본 발명과 관련한 주요부의 구체적인 회로 구조를 살펴보면, 먼저 정류부(22)는 4개의 다이오드(D1, D2, D3, D4)를 이용한 풀 브리지 다이오드(full-bridge diode) 구조로 구성될 수 있는데, 예를 들어, 제1, 제2다이오드(D1, D2)의 직렬 연결 회로와, 제3, 제4다이오드(D3, D4)의 직렬 연결 회로를 서로 병렬로 연결하고, 상기 병렬 연결된 두 노드의 중 제1, 제3다이오드(D1, D3) 연결 노드는 DC 전원(VIN)의 출력 노드로 설정하고, 제2, 제4다이오드(D2, D4)의 연결 노드는 접지단과 연결한 구조를 가질 수 있다.
- [0020] 이때, 상기 공진신호수신부(24)의 공진기의 두 연결 단자(VIN_P, VIN_N) 중 한 단자(VIN_P)는 상기 제1, 제2다이오드(D1, D2)의 연결 지점과 연결되며, 다른 단자(VIN_N)는 상기 제3, 제4다이오드(D3, D4)의 연결지점과 각각 연결된다.
- [0021] 평활부(21)는 적어도 하나 이상의 병렬 연결되는 커패시터(C3, C4)로 구성될 수 있다.
- [0022] 정전압발생부(20)는 정류부(30)의 출력을 평활부(21)를 통해 제공받아, 정류된 DC 레벨을 원하는 레벨의 DC로 변환하는데, LDO(Low Drop Output)를 포함하여 구성되는 DC-DC 벅 컨버터(Buck Converter)라는 일종의 스텝다운(Step-Down) 컨버터로 구성될 수 있다.
- [0023] 과전압보호부(25)는 상기 공진신호수신부(24)의 공진기의 두 연결 단자(VIN_P, VIN_N)와 각각 일단이 연결되는 공진 디튜닝용 제1, 제2커패시터들(C1, C2)로 구성될 수 있다.
- [0024] 구동부(27)는 상기 제어부(28)로부터 출력되는 제어 신호에 따라 스위칭 동작하여, 과전압보호부(25)의 제1, 제2커패시터(C1, C2)의 타단(C_OVP1, C_OVP2)을 접지단과 연결하는 스위치 구조로 구성될 수 있다.
- [0025] 제어부(28)는 정상 상태에는 구동부(27)의 스위칭 상태를 오픈 상태로 두어, 결국 과전압보호부(25)의 제1, 제2커패시터(C1, C2)의 각 타단(C_OVP1, C_OVP2)이 오픈 상태를 유지하도록 한다. 이 경우에는 공진신호수신부(24)의 공진기에 과전압보호부(25)의 제1, 제2커패시터(C1, C2)가 영향을 미치지 않게 된다. 이때, 과전압 보호 동작시에는, 제어부(28)는 구동부(27)의 스위칭 상태를 연결 상태로 제어 하여, 결국 과전압보호부(25)의 제1, 제2커패시터(C1, C2)의 각 타단(C_OVP1, C_OVP2)이 접지단과 연결되도록 하며, 이 경우에는 공진신호수신부(24)의 공진기에 과전압보호부(25)의 제1, 제2커패시터(C1, C2)가 영향을 미치게 되어, 공진 주파수를 디튜닝됨으로써, 송신 장치(1)로부터 전송된 신호를 효율적으로 수신하지 못하여 전력 전달이 잘 이루어지 않도록 한다.
- [0026] 이때, 상기에서, 정전압발생부(20), 전압검출부(26), 제어부(28), 구동부(27)는 하나의 집적화된 IC 칩(BUCK-IC) 형태로 구성될 수도 있다.
- [0027] 한편, 상기 도 2를 참조하면, 도 1에는 도시되지 않지만, 정류부(22)와 평활부(21) 사이에는 추가적인 회로 보호를 위해 제너 다이오드(ZD)로 구성되는 보조과전압보호부(23)가 구비됨을 볼 수 있다. 이러한 보조과전압보호부(23)는 필수적인 구성은 아니나, 보다 보완적으로 과전압 보호 기능을 수행하기 위해 추가적으로 더 구비될

수 있다. 상기 제너다이오드(ZD)는 예를 들어, 항복전압이 30V인 것으로 설정되어, 정류부(22)의 출력(VIN)의 전압이 미리 설정된 특정 레벨 이상이 되는 것을 방지하게 된다.

[0028] 이러한 제너다이오드(ZD)만을 사용하여 과전압 보호 장치를 구현하는 경우를 살펴보면, 제너다이오드가 동작하는데 필요한 시간인 준비구간에서는 과전압 보호가 어려우며, 정류부(22)의 출력 전압(VIN)에서 정전압발생부(20)의 입력전압(BUCK_IN)으로 넘어가는 전력의 양이 많으면, 필요한 제너다이오드의 용량 및 크기가 기하급수적으로 커져야 된다. 통상 1608(16x08mm) 정도 크기의 제너다이오드는 약 300mW급 회로를 보호할 수 있다. 이는 휴대용 모바일 기기에서 1W를 보호하기 위해서는 1608짜리 부품을 3개 이상 사용해야 된다는 것을 의미한다. 휴대폰과 모바일형 무선충전 공진시스템의 수신단은 제품의 실장공간이 적은관계로 작은 면적으로 과전압 보호를 해야되고, 휴대폰은 5W, 테블릿폰이나 PC의 경우는 10W까지 수신단이 보호되어야 되므로, 제너다이오드만으로 과전압 보호 회로를 구현할 경우에, 이러한 문제점은 해결하기가 매우 어렵게 된다.

[0029] 이에 본 발명은 수신 장치에서 공진 디튜닝(resonance detuning) 커패시터들(1005 부품 2개)을 이용하여 과전압 보호 회로를 구현하게 된다.

[0030] 도 3a는 도 1 중 수신 장치의 제어부의 과전압 보호를 위한 동작 흐름도이다. 도 3a를 참조하면, 수신 장치(2)의 제어부(28)는 302단계에서, 전압검출부(26)의 출력을 통해 정전압발생부(20)의 입력 전압(BUCK_IN)을 모니터링 하게 된다. 이후 302단계에서는 상기 입력 전압(BUCK_IN)이 미리 설정된 과전압보호시작 기준전압(예를 들어, 25.7V) 이상인지를 판단한다. 판단결과, 입력 전압이 과전압보호시작 기준전압 이상이 아닐 경우에는 상기 302단계에서의 입력 전압 모니터링 동작을 계속적으로 수행하며, 입력 전압이 과전압보호시작 기준전압 이상으로 판단된 경우에는 306단계로 진행하여 과전압 보호 동작을 수행한다.

[0031] 306단계에서의 과전압 보호 동작은 상기 입력 전압(BUCK-IN)이 상승해서, 예를 들어, 25.7V에 다다른 후, 반응 시간(약 10us 이내) 이후에 수행되는데, 이때 제어부(28)는 구동부(27)로 제어 신호를 출력하여, 과전압보호부(25)의 C_OVP1 및 C_OVP2 핀을 접지단으로 연결한다. 그러면 과전압 레벨이 줄어들게 된다. 이때, 제어부(28)는 외부로 현재 과전압 보호 동작 상태임을 알리는 신호를 전송할 수 있는데, 해당 신호에 따라 무선통신부(29)는 송신 장치(1)로 현재 수신 장치(2)에서 과전압 보호 동작 상태임을 알리는 정보를 전송하게 된다.

[0032] 이후 308단계에서는 정전압발생부(20)의 입력 전압(BUCK_IN)을 모니터링 하게 된다. 이후 310단계에서는 상기 입력 전압(BUCK_IN)이 미리 설정된 과전압보호해제 기준전압(예를 들어, 24.8V) 이하인지를 판단한다. 판단결과, 입력 전압이 과전압보호해제 기준전압 이하가 아닐 경우에는 상기 308단계에서의 입력 전압 모니터링 동작을 계속적으로 수행하며, 입력 전압이 과전압보호해제 기준전압 이하인 것으로 판단된 경우에는 312단계로 진행하여 과전압 보호 동작을 해제한다.

[0033] 312단계에서 과전압 보호 동작 해제는 절차를 살펴보면, 상기 306단계에서는 과전압 보호 동작이 수행되어 상기 입력 전압(BUCK-IN)의 전압이 떨어져 24.8V 아래로 되면, 과전압복구 동작을 예를 들어 700~ 1000uS 수행한 후, 제어부(28)는 구동부(27)로 제어 신호를 출력하여, 구동부(27)의 스위치 구조가 오픈 상태가 되게 함으로써, 과전압보호부(25)의 C_OVP1 및 C_OVP2 핀을 오픈(open) 상태로 만든다. 이에 따라 과전압보호회로(25)는 비활성화가 된다.

[0034] 312단계에서의 과전압 보호 동작 해제 이후, 상기 302단계로 되돌아가서 상기의 과정을 반복 진행하게 된다. 이때 만약, 수신 장치(2) 측에서의 과전압 발생 조건이 해소되지 않은 경우에는 상기 과전압보호 동작 및 과전압 보호 해제 동작이 반복적으로 수행될 수 있다.

[0035] 도 4는 도 2 중 수신 장치의 정전압 발생부에 인가되는 전압 파형의 예시도로서, 과전압 발생 조건이 해소되지 않은 상태에서 과전압보호 동작 및 과전압보호 해제 동작이 지속적으로 계속될 때의 파형을 나타내고 있다. 도 4를 참조하면, 최초 무선 전력 수신 동작 이후, 정류부(22)의 출력 전압 VIN이 4V 정도가 되면 정전압발생부(20)의 내부 3V LDO가 동작된다. 그러면 VIN의 파형이 증가하다가 4V에서 250uS 정도 수평으로 된다. 그 이후 VIN은 계속 증가한다.

[0036] 3V LDO는 외부의 제어부(28)(예를 들어, MCU)에 전력(3V, 40mA max)을 공급한다. 외부 제어부(28)인 MCU의 GPIO가 제어 가능한 부트업(BOOT up) 시간은 7.2mS이다. 이후 정전압발생부(20)는 예를 들어 BUCK_IN 전압이 5.5V에서 동작하여, 예를 들어 5V의 정전압을 출력한다.

- [0037] 이후, VIN이 예를 들어 25.7V에서 반응 시간(response time) 이후에 과전압 보호 동작이 시작된다. 과전압보호 부(25)의 C_OVP1, C_OVP2 핀이 구동부(27)의 스위치 구조에 의해 접지단으로 연결된다. 이후 과전압보호 동작 상태를 알리는 OVP 신호가 제어부(28)에 의해 활성화 된다(OVP 신호 L => H : 과전압보호 동작 상태).
- [0038] 이후 VIN이 예를 들어, 24.8V이하에서 과전압 보호 동작은 과전압 복구 시간(Recovery Time) 이후에 해제된다. 이때 C_OVP1, C_OVP2 핀은 오픈되고, 상기 OVP 신호는 제어부(28)에 의해 비활성화 된다(OVP 신호 H => L : 정상 상태).
- [0039] 이때, 수신 장치(2) 측에서 과전압 발생 조건이 해소되지 않은 상태에서 과전압보호 동작 및 과전압보호 해제 동작이 지속적으로 계속됨에 따라, VIN은 과전압보호 시작 기준전압(예를 들어, 25.7V) 이상으로 상승하였다가 과전압보호 해제 기준전압(예를 들어, 24.8V) 이하로 하강하는 파형을 주기적으로 나타내게 된다.
- [0040] 도 5a 내지 도 5c는 각각 도 2 중 수신 장치의 과전압 보호부에 구비되는 공진 디튜닝용 커패시터들의 각각의 설정 용량별 정전압 발생부에 인가되는 예시적인 전압 파형도들로서, 과전압 발생 조건이 해소되지 않은 상태에서 정전압발생부(20)에 인가되는 입력전압(BUCK_IN)의 주기적인 파형을 나타낸다.
- [0041] 이때, 도 5a 내지 5c는 각각 과전압보호부(25)의 디튜닝용 제1, 제2커패시터(C1, C2)의 용량이 각각 2.2nF, 4.7nF, 22nF일 경우의 BUCK_IN의 파형을 예시적으로 나타내고 있는데, (후술하는 바와 같이, 2.2nF 이상의 용량을 가질 경우에는) 디튜닝용 커패시터들의 용량이 다를 경우에도 각각의 파형에는 크게 차이점이 없이 주기성을 나타냄을 알 수 있다.
- [0042] 그런데, 상기에서 디튜닝용 커패시터들의 용량이 2.2nF 이하일 경우에는 과전압보호 동작이 효과적으로 이루어지지 않게 되는데, 도 6 이하의 도면을 참조하여, 이를 상세히 설명하기로 한다.
- [0043] 도 6은 도 2 중 수신 장치의 과전압 보호부에 구비되는 디튜닝 커패시터들의 설정 용량에 따른 송신 장치에서 수신 장치로 전달되는 전력 비율에 대한 그래프이며, 도 7a 내지 도 7g는 각각 도 2 중 수신 장치의 과전압 보호부에 구비되는 디튜닝 커패시터들의 각각의 설정 용량별 송신 장치에서 수신 장치로 전달되는 전력 비율에 대한 그래프들로서, 도 7a는 디튜닝 커패시터들이 오픈된 상태(또는 커패시터들이 없는 일반 상태), 도 7b 내지 도 7g는 디튜닝 커패시터들의 용량이 각각 2.2nF, 5.0nF, 7.0nF, 10.0nF, 22.0nF인 경우의 예를 나타내고 있다.
- [0044] 도 6 및 도 7a 내지 도 7g를 참조하면, 디튜닝 커패시터들에 대한 C_OVP1 C_OVP2 핀이 오픈되면, 송신 장치(공진기)에서 수신 장치(공진기)로 전달되는 전력 비율인, S21은 약 80 내지 90%이다. 이때는 송신 장치에서 수신 장치로서 전력 전송이 잘 일어남을 의미한다.
- [0045] 이때, 도 7b에 도시된 바와 같이, 디튜닝 커패시터들의 용량이 2.2nF일 경우에는 C_OVP1 C_OVP2 핀이 접지단으로 연결되면, 전송 전력의 약 60%가 수신 장치로 전달된다. 마찬가지로, 도 7c 내지 도 7g에 도시된 바와 같이, 디튜닝 커패시터들의 용량이 각각 5.0nF, 7.0nF, 10.0nF, 22.0nF일 경우에는, 각각 전송 전력의 약 38.5%, 26.7%, 13.2%, 4.1%가 전달된다. 도 7g의 경우에는 디튜닝 커패시터들의 용량이 22nF이 되면 S21의 값이 4.1%가 되어 전력 전달이 거의 일어나지 않음을 알 수 있다.
- [0046] 상기에서, 디튜닝 커패시터들의 용량이 너무 작으면(예를 들어, 2nF 이하시) S21이 61% 이상이 되어 과전압보호 동작이 수행되더라도, 과전압 보호가 이루어지지 않고, 전압이 계속적으로 상승할 수 있다. 이는 과전압보호 동작이 수행되어, 디튜닝 커패시터들에 대한 C_OVP1, C_OVP2 핀이 접지단과 연결되더라도, 디튜닝 효과가 크지 않기 때문이다. 그럴 경우에는 VIN 전압이 계속 상승하게 되어 수신 장치의 내부 소자들이 손상된다. 실험적으로 전송 장치에서 수신 장치로 넘어오는 전력 S21 30% 감소할 때인 2.2nF의 디튜닝 커패시터를 사용할 경우에, S21이 약 60% 정도가 된다.
- [0047] 이에 본 발명에서는, 디튜닝 커패시터들의 용량값은 아래 식과 같이 $\Delta S21$ 이 30% 이상 되는 값을 선택한다.
- [0048]
$$\Delta S21 = (S21) - (\text{과전압보호 상태에서의 } S21)$$
- [0049] 이는 송신 장치에서 수신 장치로 전력이 전송되는 비율인 S21의 값이 과전압보호 동작이 수행되기 전의 수치에서 과전압보호 동작이 수행되었을 때의 S21이 30%가 감소함을 나타낸다.
- [0050] 또한, 이를 VSWR(반사계수) 측면에서 살펴보면, 전력이 60% 이하로 전달되는 것은 반사계수가 4 이상의 값을 갖

는다는 것을 나타낸다. 즉, 과전압보호 동작이 수행될 때 $VSWR \geq 4$ 이다.

- [0051] 또한, 이를 Q 값의 측면에서 살펴보면 Q 값의 변화가 0.1 이상을 갖는다는 것을 나타낸다. 즉, Q는 아래 식으로 나타낼 수 있다.
- [0052] $Q = (\Delta f / 13.56) * 1.5$ (Δf 는 주파수 변이량)
- [0053] 이에 따라, 예를 들어, $\Delta f = 1\text{MHz}$ 라면, $Q = 0.11$ 이다. 이와 같이 Q 값이 0.1이상일 경우에 주파수가 디튜닝된 것으로 간주할 수 있다.
- [0054] 한편, 상기와 같이, 수신 장치(2)에서 디튜닝 커패시터들을 사용하여 공진 주파수를 디튜닝 하는 방식으로 과전압 보호 동작을 수행하게 되는데, 과전압 발생 조건이 해소되지 않은 상태에서 별다른 조치 없이는 수신 장치는 계속해서 과전압보호 상황을 반복해야 하는 문제가 발생할 수 있다.
- [0055] 또한, 이때 수신 장치(2)의 제어부(28)가 과전압 상태를 파악해서 무선통신부(29)를 통해 송신 장치(1)로 과전압 해결을 요청하는 메시지를 보내도록 구성할 수도 있으나, 이 경우에 과전압 보호까지 많은 시간이 소요될 수 있으므로, 송신 장치(1)에서 직접 판단해서 과전압 상태를 해소하는 것이 바람직할 수 있다. 이에 본 발명에서는, 송신 장치(1)에서 수신 장치(2)의 과전압 상태를 즉각적으로 파악하여, 송신 장치(1)에서 보내는 전력을 줄임으로써, 수신 장치(1)를 보호하게 된다.
- [0056] 도 3b는 도 1 중 송신 장치의 제어부의 과전압 보호를 위한 동작 흐름도이다. 도 3b를 참조하면, 송신 장치(1)의 제어부(18)는 320단계에서, 전압/전류검출부(16)의 출력을 통해 공진신호발생부(14)의 공진단 전압을 모니터링한다. 이때, 수신 장치(2)에서 상기한 바와 같이, 과전압 보호 동작 및 해제 동작을 주기적으로 수행함에 따라, 상기 도 4 또는 도 5a 내지 도 5c에 도시된 바와 같은 파형이 생성되면, 마찬가지로, 송신 장치(1)의 공진단에서 검출되는 전압(의 피크치)도 유사한 파형을 나타내게 된다. 즉, 송신 장치(1)에서 증폭부(12)를 통해 일정한 출력을 송출해도, 주파수 공진에 따라 공진신호발생부(14)의 공진기의 전압은 변화하게 된다.
- [0057] 이후 322단계에서는, 송신 장치(1)의 제어부(18)는 공진단의 전압이 샘플링해서 그 값이 미리 설정된 기간동안, 미리 설정된 과전압 기준 전압(예를 들어, 15V) 이상인 상태에서, 특정 주기 예를 들어, 500uS ~ 2mS로 등락을 반복하는 지를 판단한다. 판단결과, 해당 판단 조건을 만족하지 않을 경우에는 상기 320단계로 진행하여 공진단 전압을 모니터링하는 과정을 계속 수행하며, 해당 판단 조건을 만족할 경우에는 324단계로 진행한다.
- [0058] 324단계에서, 송신 장치(1)의 제어부(18)는 수신 장치(2)가 현재 과전압 상황인 것으로 간주하여, 일정 기간 동안 송신 장치(1)의 출력을 미리 설정된 값, 예를 들어, 30% 이상 낮추도록 제어한다. 이때 제어부(18)는 증폭부(12)의 출력을 줄이도록 제어한다. 여기에서, 출력을 30% 이상 낮추는 것은 중요한 요소가 될 수 있는데, 이보다 작게 낮추게 되면, 과전압 보호 동작이 수행되더라도, 수신 장치(2)에서 과전압 보호가 이루어지지 않고, 전압이 계속해서 상승할 가능성이 있기 때문이다.
- [0059] 324단계에서의 동작 수행 이후에는 상기 320단계로 진행하여, 상기의 동작을 반복 진행할 수 있다.
- [0060] 상기와 같은 동작을 수행함으로써, 본 발명에서는 수신 장치(2)가 송신 장치(1)에 과전압 상황을 알려주지 않아도, 송신 장치(1)는 수신 장치(2)의 과전압 상황을 자동으로 감지해서 송신 출력을 줄여서 과전압에 대응할 수 있게 된다. 송신하는 전력을 줄이면 수신 장치(2)에서 과전압 상황은 해제된다.
- [0061] 또한, 송신 장치(1)에서 송출되는 전압의 크기를 감시함으로써, 과전압 보호를 위한 송출 전력을 제어함에 따라, 수신 장치(2)의 과전압 상황을 알리는 신호를 받는 시간을 절약하여 보다 빠른 시간에 과전압 상태에서부터 회로를 보호할 수 있게 된다.
- [0062] 상기와 같이, 본 발명에 따른 공진 방식 무선 전력 송신 장치용 과전압 보호방식이 이루어질 수 있으며, 한편, 상기의 설명에서는 본 발명의 특정 실시예들을 참조하여 설명하였으나, 이외에도 다양한 실시예들 및 이들의 변형이나 변형이 있을 수 있다.
- [0063] 예를 들어, 상기의 설명에서는 본 발명에 따른 송신 장치(1)의 대응되는 수신 장치(2)가 공진 주파수의 디튜닝 방식을 사용하는 구성을 채용하는 것을 예로써 설명하였으나, 수신 장치(2)에서 이외에도 다른 구성을 가지는 과전압 보호 회로를 채용할 경우에도, 수신 장치(2)에서 과전압 보호 동작 수행 및 해제를 반복할 경우에, 송신

장치(1)에서 감지되는 공진단의 전압 파형은 주기성을 가지게 되며, 본 발명의 송신 장치(1)는 이에 따라 본 발명에 따른 과전압 보호 동작을 수행함으로써, 효과적으로 과전압 상태에 대응할 수 있게 됨을 이해할 것이다.

[0064] 또한, 상기의 설명에서는, 송신 장치(1)에서 과전압 보호를 위해 송신 전력을 예를 들어 30% 낮추는 것으로 설명하였으나, 이외에도, 송신 장치(1)는 송신 전력을 일정기간 중단(shut down) 하는 동작을 수행할 수도 있다.

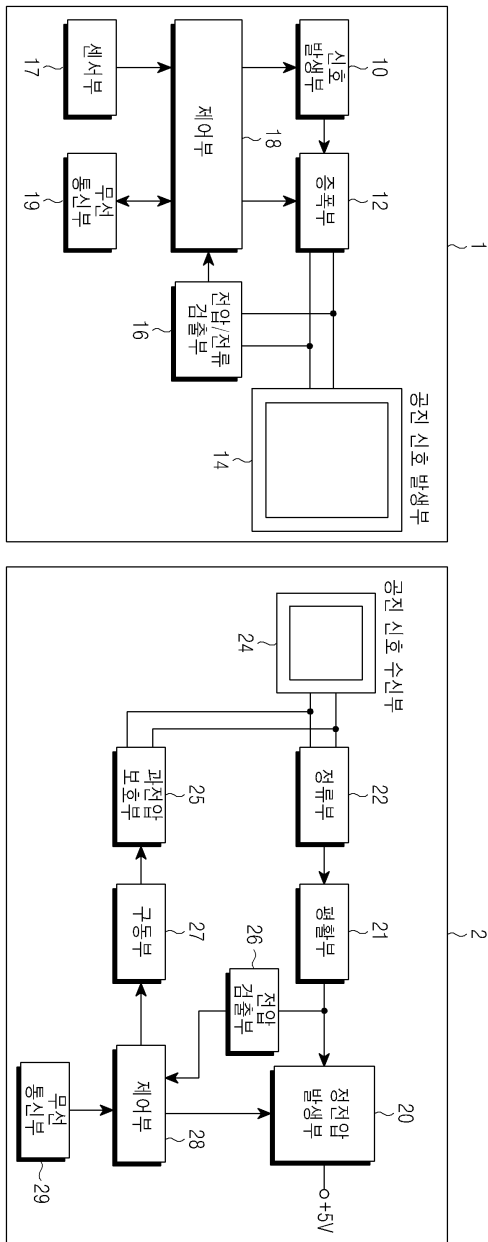
[0065] 또한, 상기의 설명에서는, 수신 장치(2)에서 디튜닝용 커패시터들이 공진단과 연결되어 있는 상태에서 구동부에 의해 접지단과 선택적으로 연결되는 구조를 가지는 것으로 설명하였으나, 이외에도, 디튜닝용 커패시터들이 접지단과 연결되어 있는 상태에서 구동부에 의해 공진단과 선택적으로 연결되는 구조를 가지는 것으로 구성할 수도 있다.

[0066] 또한, 수신 장치(2)의 제어부(28)는 과전압보호 동작 수행시에 이에 대한 정보를 해당 수신 장치(2)가 적용되고 있는 휴대용 단말기 측으로 제공하여 해당 단말기의 디스플레이 장치 등을 통해 표시하거나, 휴대용 단말기에 구비된 스피커를 통해 경보음을 출력하도록 구성할 수도 있다.

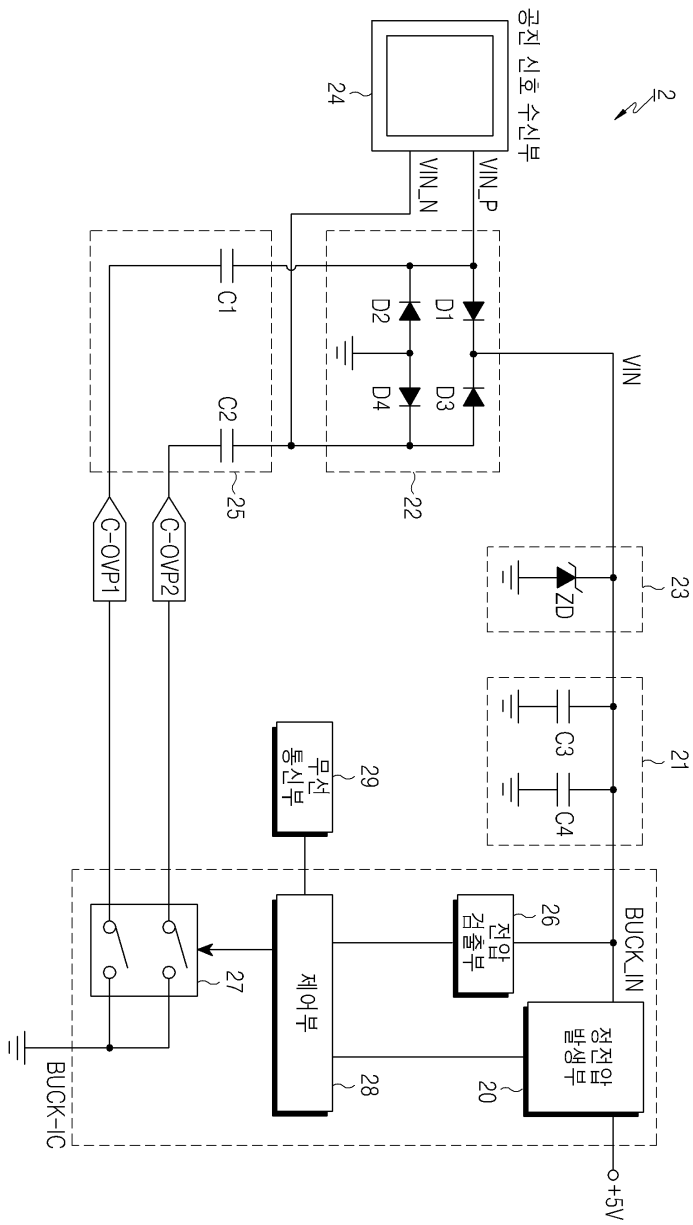
[0067] 또한, 수신 장치(2)에서 제어부(28)는 과전압보호 동작 수행 및 해제가 일정 주기로 계속 반복될 경우에는, 과전압보호해제 기준전압을 더 낮추거나, 또는 송신 장치로 전력 송신 동작을 중단하도록 요청하는 메시지를 보내는 동작을 수행하도록 구성할 수도 있다.

도면

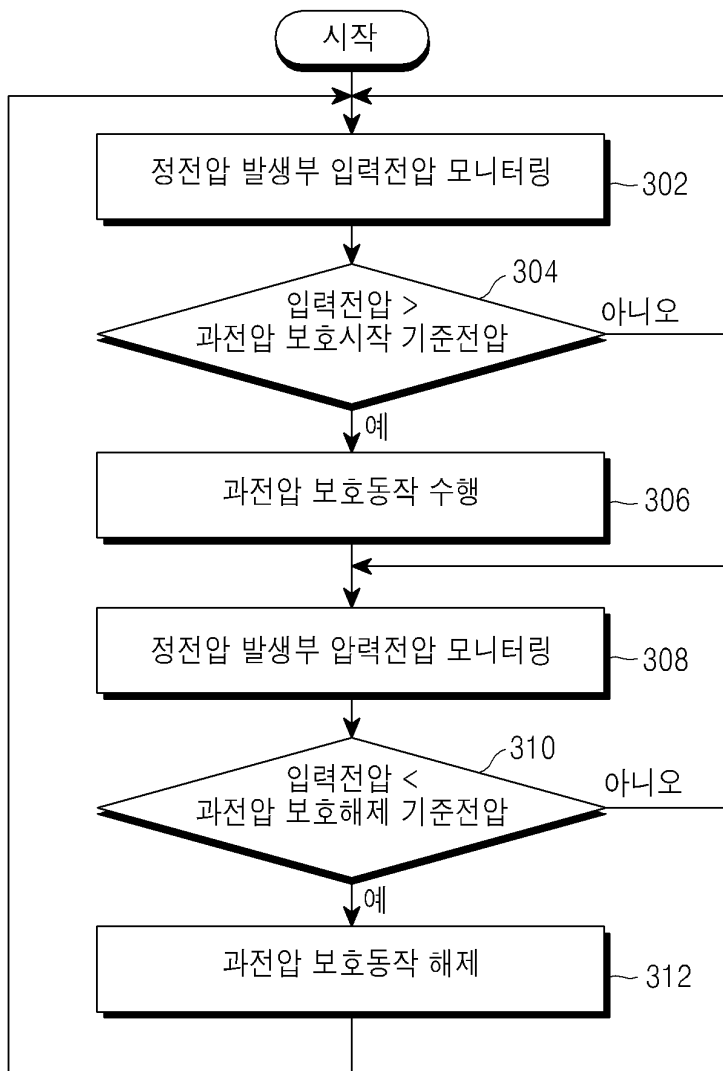
도면1



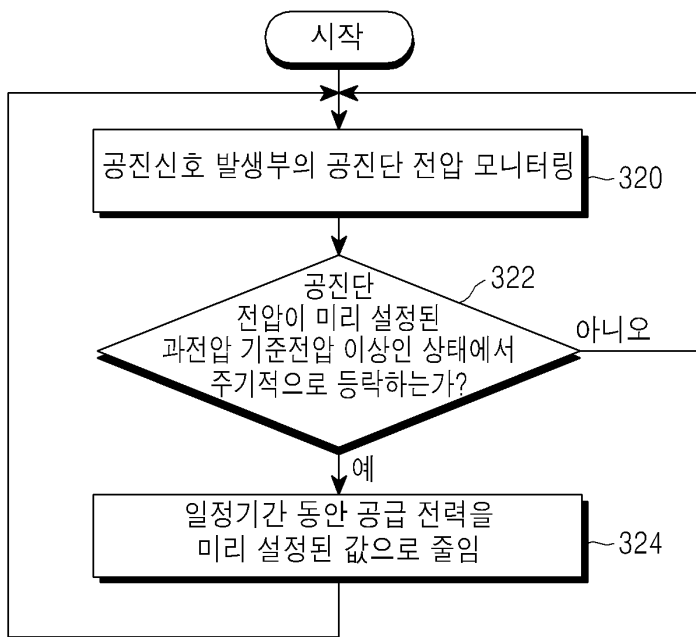
도면2



도면3a



도면3b



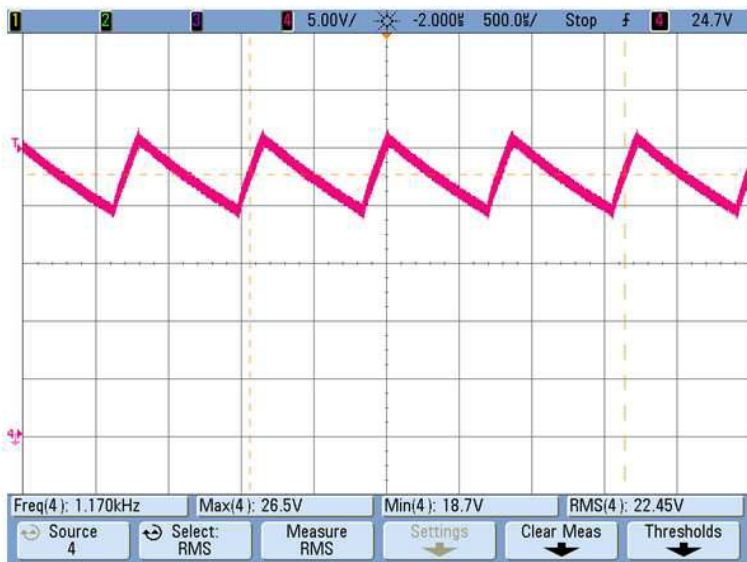
도면4



도면5a



도면5b

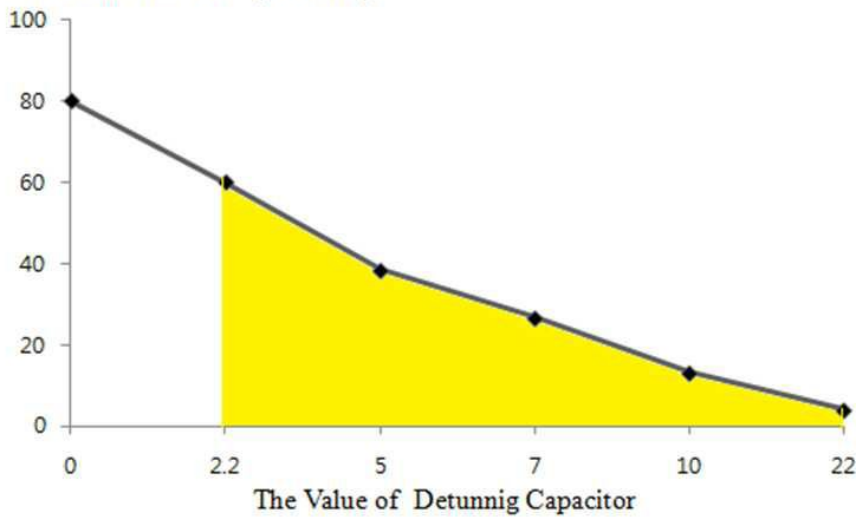


도면5c

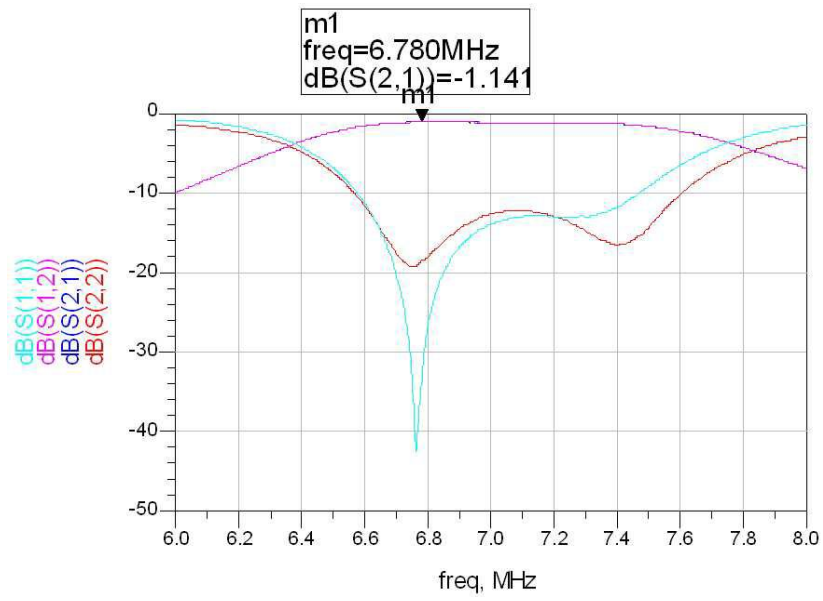


도면6

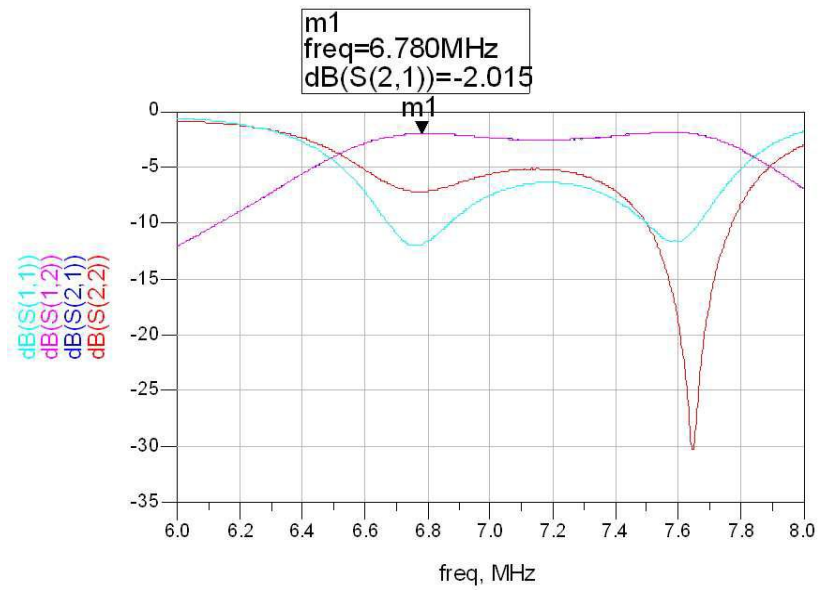
Power transfer ratio (Tx to Rx)



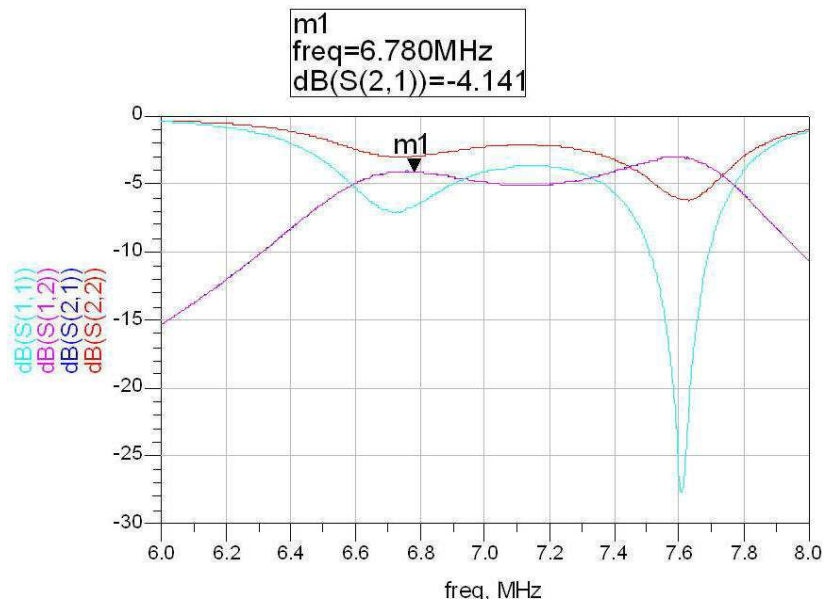
도면7a



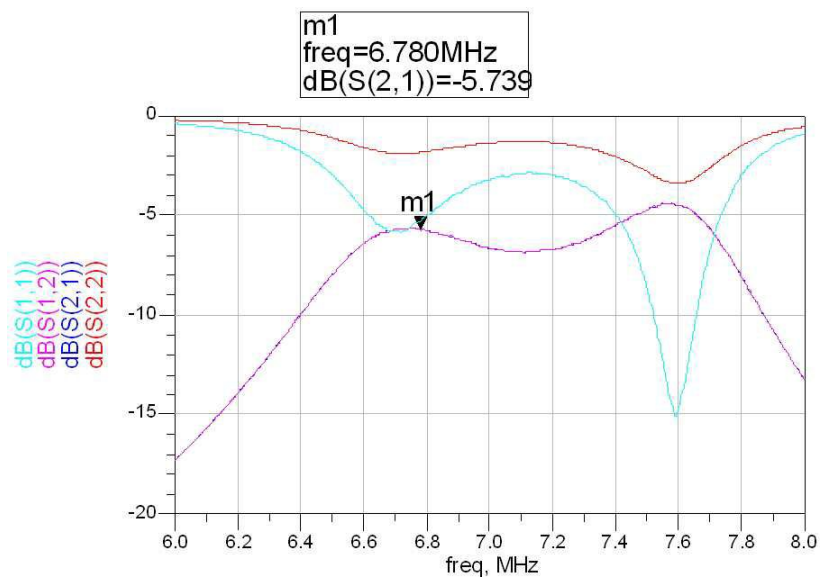
도면7b



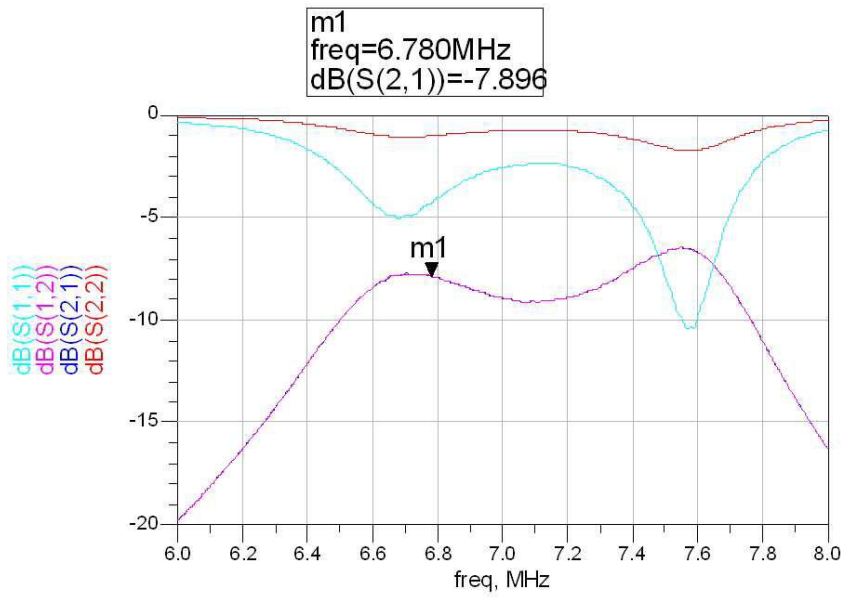
도면7c



도면7d



도면7e



도면7f

